

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET

Stručni studij

MJERENJA U NANOTEHNOLOGIJI

Završni rad

Antun Kvaternik

Osijek, 2014.

SADRŽAJ

1.	UVOD	1
2.	NANOMETROLOGIJA	2
2.1.	Potreba za razvojem.....	3
3.	STANDARDI.....	4
3.1.	Međunarodni standardi	4
3.2.	Državni standardi.....	5
3.3.	Kalibracija	5
4.	ELEKTRIČNA MJERENJA KOD NANOMATERIJALA.....	6
4.1.	Ispitivanje svojstava materijala	6
4.2.	Struktura i ponašanje čestica	6
4.2.1.	Električna svojstva	8
4.2.2.	Kemijska svojstva	9
4.3.	Svojstva povezana sa električnim mjerenjima.....	9
4.4.	Određivanje gustoće stanja.....	11
4.4.1.	Spektroskopija x-zraka	11
4.4.2.	Izravna električna mjerenja	11
4.4.3.	Nanomanipulator	12
4.5.	Električna mjerenja u nanotehnologiji.....	13
4.5.1.	Općenita razmatranja.....	13
4.5.2.	Brzina, osjetljivost i točnost	14
4.5.3.	Električni šum	14
4.6.	Mjerenje otpora molekule.....	15
5.	MJERNI INSTRUMENTI	18
5.1.	Skenirajući tunelski mikroskop	18
5.1.1.	Procedura mjerenja.....	18
5.1.2.	Instrumentacija	19
5.2.	Mikroskop atomskih sila	20
5.2.1.	Osnovni principi rada AFM	20
5.3.	Skenirajući elektronski mikroskop	22
5.3.1.	Principi	22
5.3.2.	Proces skeniranja.....	23
6.	IZVORI MJERNIH POGREŠAKA U NANOTEHNOLOGIJI.....	25

6.1. Eksterne struje curenja.....	25
6.2. Uzemljavanje i zaštita.....	25
6.3. Šum.....	27
6.4. Vrijeme smirivanja	27
6.5. Struje curenja sustava	28
6.6. Vanjske struje	28
7. ZAKLJUČAK	30
LITERATURA.....	32
SAŽETAK.....	33
ABSTRACT	33
ŽIVOTOPIS	34

SAŽETAK

Mjerenja u nanotehnologiji

U ovom radu su opisane značajke i razmatranja vezana uz mjerenja u nanotehnologiji. Prikazan je kratki pregled standarda i općenito opisana nanometrologija kao područje mjeriteljstva koje se bavi mjerenjima nanometarske veličine. Navedeni su neki od instrumenata i metoda kojima se mogu vršiti nanometarska mjerenja. Na kraju su opisani i izvori mjernih pogrešaka.

Ključne riječi: nanometrologija, nanotehnologija, mjerenje, skenirajući tunelski mikroskop, mikroskop atomskih sila, skenirajući elektronski mikroskop, mjerne pogreške.

ABSTRACT

Nanotechnology measurements

This paper gives a description of features and considerations related to measurements in nanotechnology. A short description of standards is given as well as description of nanometrology as a field of metrology concerned with measurement at nanoscale levels. It also lists some of the instruments and methods used in nanoscale measurements. Source of measurement errors are described in the last chapter.

Key words: nanometrology, nanotechnology, measurement, scanning tunneling microscope, atomic force microscope, scanning electron microscope, measurement errors.